

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-92659

(43) 公開日 平成7年(1995)4月7日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 3 F 5/22

B 4 1 J 2/525

G 0 3 F 1/00

D

B 4 1 J 3/00

B

4226-5C

H 0 4 N 1/40

1 0 4

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-82943

(22) 出願日 平成6年(1994)4月21日

(31) 優先権主張番号 特願平5-150159

(32) 優先日 平5(1993)6月22日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000232047

日本電気エンジニアリング株式会社
東京都港区芝浦三丁目18番21号

(72) 発明者 梶 光雄

東京都港区西新橋三丁目20番4号 日本電
気エンジニアリング株式会社内

(72) 発明者 伊東 美紀

東京都港区西新橋三丁目20番4号 日本電
気エンジニアリング株式会社内

(72) 発明者 伊東 明

東京都港区西新橋三丁目20番4号 日本電
気エンジニアリング株式会社内

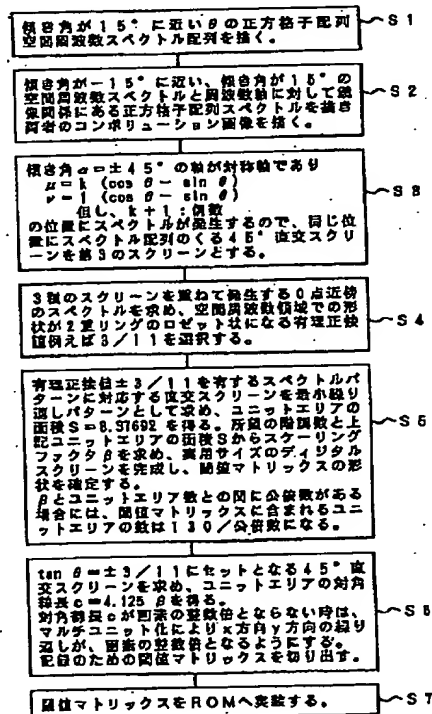
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 デジタルスクリーンセットの形成法

(57) 【要約】

【目的】 空間周波数領域または画像領域で3種以上のスクリーン角度、スクリーン線数をもつ直交スクリーンをデザインし、これら直交スクリーンを重ねた場合にモアレの発生を防ぎ、ロゼットパターンが出現するようにする。

【構成】 空間周波数領域(画像領域)で有理正接値をもつ角度の傾きをもつ第1の直交スクリーンと、それと鏡像関係の第2の直交スクリーンとを重ねた際に発生するスペクトルに着目し、このスペクトルと同じスペクトル配列を持つスクリーンを第3の直交スクリーンとして設計する。この3種のスクリーンをセットにすれば、モアレの発生を防ぐことができる。また、ロゼットパターンは有理正接値に依存するので、それを予想することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 空間周波数領域で、 μ 軸との傾き角が θ で、 $\tan \theta$ が有理数であるような正方格子配列のスペクトル配置をもつ第1の直交スクリーンと、

該第1の直交スクリーンと μ 軸及び ν 軸に対し鏡像の位置にスペクトル配置をもつ傾き角が $-\theta$ の第2の直交スクリーンと、

前記第1及び前記第2の直交スクリーンを重ね合わせた場合に発生するスペクトル配置において、該スペクトル配置の対称軸上に新たに発生したスペクトル成分を要素して含み、前記第1及び前記第2の直交スクリーンとは異なる傾き角をもつ第3の直交スクリーンと、

を作成し、前記第1乃至第3の直交スクリーンを組み合わせさせてカラーハーフトーンを記録するためのデジタルスクリーンセットの形成法。

【請求項2】 周波数領域で有理正接をとるスペクトル配置から画像領域に変換し、単一ユニットまたはマルチユニットで四角がいずれかの画素の四角に一致する緑り返しパターンを作成するデジタルスクリーンセットの形成法。

【請求項3】 上記周波数パターンと鏡像のパターンの畳み込み像から得るスペクトルパターンで、正接=1

(45°)の線上に発生するスペクトルと同一のスペク

$$P = \frac{\text{単位セルの一边の長さ(画素)}}{\cos \theta - \sin \theta} = \frac{m}{n}$$

(m, n は互いに素とする)

m^2 個の画素で構成される正方領域に $2 \times n^2$ 個のセルを含み、前記第1及び前記第2の直交スクリーンとは異なる傾き角をもつ第3の直交スクリーンと、
を作成し、前記第1乃至第3の直交スクリーンを組み合わせさせてカラーハーフトーンを記録するためのデジタルスクリーンセットの形成法。

【請求項6】 前記 h が4で、前記有理数 p/q が $17/63$ である請求項5記載のデジタルスクリーンセットの形成法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、カラー記録・印刷に関し、特に色により異なるスクリーン角度の網点画像を重ねた場合、モアレ(縞模様)の発生を防ぎ、規則的なロゼットパターンの発生を可能とする直交スクリーンセットの設計手法に関する。

【0002】

【従来の技術】写真的手法では、3色分解版の場合には、等スクリーン線数のコンタクトスクリーンを用い、 $\pm 15^\circ$ 、 45° に網掛けを行う。 4 色の場合には、さらに 0° の網掛けを行い、色を重ねる。また、イメージセッタでデジタル的に網掛けを行う場合には、まず、

トルを持つ 45° スクリーンを形成し、

該 45° スクリーンと、 $\tan 15^\circ$ に近い有理正接のスペクトル配置を有する 15° スクリーンと、該 15° スクリーンの鏡像スクリーンである -15° スクリーンとの3種のスクリーンを構成要素とする、請求項2記載のデジタルスクリーンセットの形成法。

【請求項4】 請求項3で形成された3種のスクリーンの周波数成分を畳み込んで得られたスペクトルパターンから対称軸を求め、軸上にあるスペクトルをもつ 0° スクリーンを形成し、

上記3種のスクリーンと合わせ4種のスクリーンを構成要素とするデジタルスクリーンセットの形成法。

【請求項5】 画像領域で、 $h \times h$ (h は2以上の整数)の単位セルで構成されるマルチセルの傾き角 θ が 15° に近く、 $\tan \theta$ が有理数 p/q (p, q は整数)に等しい正方格子配列のスペクトル配置をもつ第1の直交スクリーンと、

該第1の直交スクリーンの鏡像として作成される傾き角が $-\theta$ の第2の直交スクリーンと、

x 軸方向及び y 軸方向のスクリーンピッチ P が下記の数式1で表され、

【数1】

色分解版ごとに異なる角度、例えば $+15^\circ$ マゼンダ、 -15° シアン、 45° 墨、 0° イエローというようにスクリーン角度を設定する。次に、このスクリーン角度の網点画像を記録する際に、1つの網点が占有しうる面積であるユニットエリアを指定のスクリーン角度に配列する。そして、ユニットエリアを構成する階調数に等しいか、あるいは階調数より多い複数の画素に閾値を設定する。最後に、この閾値と原画像走査で得られた画像信号とを比較して、両者の大小により出力値を“1”あるいは“0”に設定して網点を形成していた。

【0003】しかしながら、デジタル的な網掛けの場合には、 $\pm 15^\circ$ のスクリーンは、ユニットエリアの配列の傾きを正確に $\pm 15^\circ$ に設定することが不可能である。このため、実際の装置では、できるだけ $\pm 15^\circ$ を近似するような有理正接値を選んで $\pm 15^\circ$ に近い網掛けを行ってきた。ここで、近似度を良好にするため、 $N \times N$ セル (N は2以上の整数)の傾斜を $\pm 15^\circ$ に近づけることが行われている。

【0004】有理正接値をもつユニットエリア配列のハーフトーン記録に当たっては、文献1:「エレクトロニックハーフトーニング」(梶光男著、日本印刷学会誌第28巻第1号)に詳しく述べられているように、矩形状に

閾値マトリックスを切り出し、この閾値マトリックスの繰り返しと画像信号の比較により網掛けを実行する。この文献 1 には、モアレを防ぐために、45° スクリーンをマルチユニットエリアで構成する方法も提案されている。

【0005】従来の手法に共通していることは、全て、所望のスクリーン線数、スクリーン角度に近似するユニットエリア配列を画像領域で設計することに重点が置かれていることである。

【0006】他の設計法が文献 2:「ボウスクリプトスクリーニング: アドobe 精密スクリーン (PostScript Screening: Adobe Accurate Screens)」(ピーターフィンク (Peter Fink) 著, アドobe 出版社 (Adobe Press)) に記述されている。この文献 2 による設計法は、 $h \times h$ 個 (h : 整数) のユニットエリアで構成するスーパーセルによりスクリーン線数、スクリーン角度を所望の値に近似させる設計法である。この設計法も、画像領域で写真的手法の網掛けにより近づけることを意図した設計手法で、重ね合わせた場合のモアレの予測と出現するロゼットパターンを予め設計条件に含めることができない欠点があった。ここで、ロゼットパターンとは 2 重リングのロゼット状のパターンのことをいう。

【0007】本発明に関連の先行技術として次のものが知られている。特開昭 59-176978 号公報 (以下、先行技術 1 と呼ぶ) には、入力画像に固有の空間周波数 T_r と、ディザ化に用いるディザマトリックスの周期 T_0 に着目し、ディザ化対象の中間調画質領域の T_r を検出し、 T_r に応じて最適な T_0 を選定することにより、モアレを抑制する「画像処理装置」が開示されている。特開平 1-180573 号公報 (以下、先行技術 2 と呼ぶ) には、色分解機能素子の分布した色分解層を有する感光体を用いて、感光体上に色ずれなくカラー画像を形成することができ、形成画像にモアレを生ぜしめることがない「画像形成装置」が開示されている。特開昭 61-170186 号公報 (以下、先行技術 3 と呼ぶ) には、所望のスクリーン角度の網点画像に基づく網点パターンのデータ情報を記憶し、該網点パターンのデータ情報を網点画像の濃度情報の平均値をアドレスとして直接読み出すことにより、メモリ容量を少なくして効率良くアクセスすることができ、さらに所望のスクリーン角度を有する網点画像の形成を高速に行うことができる「網点画像形成装置」が開示されている。特開昭 57-171337 号公報 (以下、先行技術 4 と呼ぶ) には、

所望のスクリーン角度を近似する有理正接の値がどのような値であっても、網目情報の必要量をボケ網点 1 個分の情報量に収めるようにした「網点版画像の形成方法」が開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 上述したように、文献 1、2 および先行技術 1~4 では、そのいずれも、モアレの発生を防止することはできるが、ロゼットパターンの形状を予め予測することができない。

【0009】本発明の技術的課題は、モアレの発生しないスクリーン角度、スクリーン線数を有する 3 種以上のスクリーンで構成されるスクリーンセットが得られ、且つ、ロゼットパターンの形状が予め予測できるデジタルスクリーンセットの形成法を提供することにある。

【0010】本発明の他の目的は、上記スクリーンセットを空間周波数領域で設計する手法を提供することにある。

【0011】本発明の別の目的は、上記スクリーンセットを画像領域で設計する手法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】 本発明の第 1 の態様によれば、空間周波数領域で、 μ 軸との傾き角が θ で、 $\tan \theta$ が有理数であるような正方格子配列のスペクトル配置をもつ第 1 の直交スクリーンと、この第 1 の直交スクリーンと μ 軸及び ν 軸に対し鏡像の位置にスペクトル配置をもつ傾き角が $-\theta$ の第 2 の直交スクリーンと、第 1 及び第 2 の直交スクリーンを重ね合わせた場合に発生するスペクトル配置において、このスペクトル配置の対称軸上に新たに発生したスペクトル成分を要素して含み、第 1 及び第 2 の直交スクリーンとは異なる傾き角をもつ第 3 の直交スクリーンと、を作成し、第 1 乃至第 3 の直交スクリーンを組み合わせるためのデジタルスクリーンセットの形成法が得られる。

【0013】本発明の第 2 の態様によれば、画像領域で、 $h \times h$ (h は 2 以上の整数) の単位セルで構成されるマルチセルの傾き角 θ が 15° に近く、 $\tan \theta$ が有理数 p/q (p, q は整数) に等しい正方格子配列のスペクトル配置をもつ第 1 の直交スクリーンと、この第 1 の直交スクリーンの鏡像として作成される傾き角が $-\theta$ の第 2 の直交スクリーンと、 x 軸方向及び y 軸方向のスクリーンピッチ P が下記の数式 2 で表され、

【数 2】

$$P = \frac{\text{単位セルの一辺の長さ (画素)}}{\cos \theta - \sin \theta} = \frac{m}{n}$$

(m, n は互いに素とする)

m^2 画素で構成される正方領域に $2 \times n^2$ のセルを含み、第 1 及び第 2 の直交スクリーンとは異なる傾き角を

もつ第 3 の直交スクリーンと、を作成し、第 1 乃至第 3 の直交スクリーンを組み合わせるためのデジタルスクリーンセットの形成法が得られる。

記録するためのデジタルスクリーンセットの形成法が得られる。

【0014】

【作用】本発明の第1の態様では、所望のスクリーン角度の正接値に近い有理正接値をもつスクリーン角度 θ の直交スクリーンの空間周波数スペクトルが、傾き角 θ をもつ正方格子配列をもつこと、所望のスクリーンセットの空間周波数スペクトル配列を決定した後、該空間周波数スペクトル配置をもつユニットエリア配列はマルチユニット構成を用いることにより、整数個の画素で実現可能であることに着目する。

【0015】図3に示すように、傾き角 θ のもつ正方格子配列のスペクトルを $f^{\theta}_{m,n}$ で表す。 θ は空間周波数の μ 軸に対する正方格子の傾き角であり、 m 、 n はそれぞれ、 μ 方向、 ν 方向の m 次高調波スペクトル、 n 次高調波スペクトルであることを示す。次に、 $f^{\theta}_{m,n}$ と周波数軸に対し鏡像の関係にある、傾き角 $-\theta$ をもつ正方格子配列のスペクトルを $f^{-\theta}_{i,j}$ で表す。カラープリントや印刷では、一般にこの正方格子配列スペクトルを有する2種の直交スクリーンを2つの色分解版に割り当てる。この2つの直交スクリーンを重ねた場合に出現するスペクトルは、 $f^{\theta}_{m,n}$ と $f^{-\theta}_{i,j}$ ($i, j, m, n = 1, 2, 3, \dots$) のコンボリユーションから求めることができる。

【0016】コンボリユーションにより出現するスペクトル分布には対称軸が存在し、軸上にいくつかのスペクトル成分が現れるので、次にこの軸上に現れた成分のうち、0点からの距離が隣接スペクトル間の距離に近い成分を選択し、その選択した成分を正方格子配列のスペク

$$[k \cdot (\cos \theta - \sin \theta), l \cdot (\cos \theta - \sin \theta)]$$

【0022】このスペクトルと同じスペクトル配列を持つ、直交スクリーンは 45° スクリーンであり、このスクリーンを設計して、有理正接値 $\tan \theta = \pm p/q$ の近似 $\pm 15^\circ$ スクリーンとセットにすれば、モアレを防ぐことができる。またロゼットパターンは、 p/q の値に依存し、予め予測が可能である。

$$P = \frac{\text{単位セルの一边の長さ (画素)}}{\cos \theta - \sin \theta} = \frac{m}{n}$$

(m, n は互いに素とする)

【0025】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例について詳細に説明する。

【0026】図1を参照して、本発明の第1の実施例によるデジタルスクリーンセットの形成法について説明する。図1は傾き角が $\pm 15^\circ$ に近い直交スクリーン及びこれらと組になる 45° 直交スクリーンの設計手順を

トルの要素成分として含む、対称軸と同じ傾き角 α 、例えば $\alpha = 45^\circ$ の直交スクリーンを設計する。

【0017】かくして得られた3種のスクリーンをセットして使用することにより、モアレの発生を防ぐことができる。3種のスクリーンを重ねた場合に発生するロゼットパターンは、 $\tan \theta$ の有理正接値をパラメータとして形状を計算することができるので、ロゼットパターンの出現とモアレ除去とを同時に解決した有理正接値をもつスクリーンセットが得られる。3種以上のスクリーンを重ねた場合も、同様の手続きで、例えば 0° のスクリーンを実現できる。

【0018】本発明の第2の態様では、所望のスクリーン角度の正接値に近い有理正接値をもつスクリーン角度 θ を、 $h \times h$ 個のセルで構成されるマルチセルの傾斜で実現する(図14参照)。図14の場合、一つのセルの一边 a は下記の数式3で表される。

【0019】

【数3】

$$a = \frac{(p^2 + q^2)^{1/2}}{h}$$

【0020】空間周波数の単位を $1/a$ とすると、有理正接値 $\tan \theta = \pm p/q$ の2種の直交スクリーンを重ねた場合には、座標値が下記の数式4で表される位置にスペクトルの発生することが知られている(図15参照)。

【0021】

【数4】

(但し、 $k+1$: 偶数)

【0023】上記 45° スクリーンの x 軸方向および y 軸方向のスクリーンピッチ P は下記の数式5で表され、図16のように表現される。

【0024】

【数5】

フローチャートで示したものである。

【0027】第1のステップS1において、傾き角が 15° に近い θ の正方格子配列空間周波数スペクトル配列を描く。次に、第2のステップS2において、傾き角が -15° に近い、傾き角が 15° の空間周波数スペクトルと周波数軸に対して鏡像関係にある正方格子配列スペクトルを描き、両者のコンボリユーション画像を描く。

詳細に説明すると、周波数軸に対し、互いに鏡像関係にある空間周波数スペクトルのコンボリューション $f_{m,n} \times f_{i,j}^{-\theta}$ を行い、発生するスペクトルを求め、図 4 を得る。同図の原点付近に発生するスペクトル R_1, R_2, \dots, R_{12} を図 5 に示す。コンボリューション $f_{m,n} \times f_{i,j}^{-\theta}$ により発生するスペクトルは、 $\pm \theta$ の直交スクリーンのスペクトルの位置全てに図 5 のスペクトルパターンを重ねたスペクトル分布になっている。

【0028】第 3 のステップ S 3 において、 $\pm 45^\circ$ の軸を対称軸として持ち、座標軸が $[k \cdot (\cos \theta - \sin \theta), l \cdot (\cos \theta - \sin \theta)]$ (但し、 $k+1$: 偶数) の位置に必ずスペクトルが出現するので、同様のスペクトル分布をもつ 45° スクリーンを第 3 のスクリーンとする。

【0029】第 4 のステップ S 4 において、3 種のスク

リーンを重ねて発生する 0 点近傍のスペクトルを求め、空間周波数領域での形状が 2 重リングのロゼット状になる有理正接値、例えば、 $3/11$ を選択する。詳細に説明すると、更に第 3 のスクリーンを重ねた場合に発生するスペクトルは、図 4 のスペクトル分布とスクリーン角度が 45° の第 3 のスクリーンのスペクトルのコンボリューションを計算することにより得られ、図 6 のようになる。同図の原点付近に発生するスペクトルは図 7 のようになり、 R_1, R_2, \dots, R_{12} の内側にさらに M_1, M_2, \dots, M_{12} で表されているスペクトルが入った形状を示す。これらの座標は、 $\pm \theta^\circ$ の直交スクリーンのピッチの逆数 $1/d$ を単位とすると、下記の表 1 のように与えられる。

【0030】

【表 1】

3 種のスクリーンを重ねた場合に原点付近に発生するスペクトル	
$R_1 = (0, 2\sin\theta)$	$M_1 = (\cos\theta - 4\sin\theta, \sin\theta)$
$R_2 = (-\sin\theta, \cos\theta - 2\sin\theta)$	$M_2 = (-\cos\theta + 3\sin\theta, \cos\theta - 3\sin\theta)$
$R_3 = (-\cos\theta + 2\sin\theta, \sin\theta)$	$M_3 = (-\sin\theta, -\cos\theta + 4\sin\theta)$
$R_4 = (-2\sin\theta, 0)$	$M_4 = (-\sin\theta, \cos\theta - 4\sin\theta)$
$R_5 = (-\cos\theta + 2\sin\theta, -\sin\theta)$	$M_5 = (-\cos\theta + 3\sin\theta, -\cos\theta + 3\sin\theta)$
$R_6 = (-\sin\theta, -\cos\theta + 2\sin\theta)$	$M_6 = (\cos\theta - 4\sin\theta, -\sin\theta)$
$R_7 = (0, -2\sin\theta)$	$M_7 = (-\cos\theta + 4\sin\theta, -\sin\theta)$
$R_8 = (\sin\theta, -\cos\theta + 2\sin\theta)$	$M_8 = (\cos\theta - 3\sin\theta, -\cos\theta + 3\sin\theta)$
$R_9 = (\cos\theta - 2\sin\theta, -\sin\theta)$	$M_9 = (\sin\theta, \cos\theta - 4\sin\theta)$
$R_{10} = (2\sin\theta, 0)$	$M_{10} = (\sin\theta, -\cos\theta + 4\sin\theta)$
$R_{11} = (\cos\theta - 2\sin\theta, \sin\theta)$	$M_{11} = (\cos\theta - 3\sin\theta, \cos\theta + 3\sin\theta)$
$R_{12} = (\sin\theta, \cos\theta - 2\sin\theta)$	$M_{12} = (-\cos\theta + 4\sin\theta, \sin\theta)$

【0031】 $R_1, R_2, \dots, R_{12}, M_1, M_2, \dots, M_{12}$ の値を各種の有理正接について求め、空間周波数領域におけるロゼットパターンを求めると、奇麗な二重リングの出現する $\tan \theta$ の値は、 $3/11, 4/15, 5/19$ などに限られており、これら 3 種の値は、 $\pm 15^\circ$ 直交スクリーンの有理正接値として適当である。

【0032】他の角度にたいしては別の適当な有理正接値が存在する。いくつかの有理正接値に対する空間周波

数領域におけるロゼットパターンの例を図 8, 図 9 及び図 10 に示す。

【0033】第 5 のステップ S 5 において、有理正接値 $\pm 3/11$ を有するスペクトルパターンに対応する直交スクリーンを最小繰り返しパターンとして求め、ユニットアリアの面積 $S = 8.37692$ を得る。所望の階調数と上記ユニットエリアの面積 S からスケールングファクタ β を求め、実用サイズのデジタルスクリーンを完

成し、閾値マトリックスの形状を確定する。 β のユニットエリア数との間に公倍数がある場合には、閾値マトリックスに含まれるユニットエリアの数は130/公倍数になる。

【0034】少し具体的に説明すると、図11に、有理正接値が3/11の場合における、有理正接値に対する直交スクリーンの構成を示す。図2を参照して、 $p = d / \cos \theta = 3$ 画素、 $q = d / \sin \theta = 11$ 画素、最小繰り返しエリア、33画素×33画素、最小繰り返しエリア内に含まれるユニットエリアは、130個で、最小繰り返しパターンのユニットエリアの面積は1089/130=8.37692画素で与えられる。スケーリングファクタ β を5にとると、209階調の表現が可能になり、閾値マトリックスを構成するユニットエリアの数は図11の点線で分割したような閾値マトリックスの繰返しとなり、130/5=26に減少する。

【0035】第6のステップS6において、 $\tan \theta = \pm 3/11$ にセットとなる45°直交スクリーンを求め、ユニットエリアの対角線長 $c = 4.125\beta$ を得る。対角線長 c が画素の整数倍とならない時は、マルチユニット化によりx方向、y方向の繰返しが、画素の整数倍となるようにする。記録のための閾値マトリックスを切り出す。

【0036】少し具体的に説明すると、45°直交スク

リーンは、ユニットエリアの対角間の距離 c が $c = \beta p \cdot q / (q - p) = 4.125\beta$ で与えられる。従って、図12に示すように、8×8のマルチユニット化を行って、45°直交スクリーンを実現することができる。

【0037】最後に、第7のステップS7において、閾値マトリックスをROM（図示せず）へ実装する。

【0038】図13を参照して、本発明の第2の実施例によるデジタルスクリーンセットの形成法について説明する。図13は上記第1の実施例と同様に、傾き角が±15°に近い直交スクリーン及びこれらと組になる45°直交スクリーンの設計手順をフローチャートで示したものである。

【0039】第1の工程Sa1において、画像領域で、 $h \times h$ セルを単位と構成される、傾き角が15°に近い θ のマルチセル配列を描き、その有理正接値を p/q で表す。本実施例では、図14に示すように、 $\tan 15^\circ$ に近い有理正接値 p/q として、17/63を選択した。このとき、 θ は15.1°に等しくなる（ $\theta = 15.1^\circ$ ）。また、 $h = 4$ とすると、単位セルの画素数（階調数）とセルの一边長 a は、それぞれ、下記の数式6および数式7で表される。

【0040】

【数6】

$$\text{単位セルの画素数（階調数）} = \frac{63^2 + 17^2}{4 \times 4} = 266.125$$

【数7】

$$\text{セルの一边長さ } a = (\text{階調数})^{1/2} = 16.313338$$

これにより、200階調の表現が可能である。

【0041】次に、第2の工程Sa2において、傾き角が-15°に近い、傾き角が15°のマルチセル配列と鏡像関係にある配列と重ねあわせる。

【0042】第3の工程Sa3において、図15に示されるように、傾き角 $\alpha = \pm 45^\circ$ のスクリーンのスペクトルと同じ、空間周波数領域の座標で、座標軸 $[\mu, \nu]$ が $[k \cdot (\cos \theta - \sin \theta), l \cdot (\cos \theta - \sin \theta)]$ （但し、 $k+1$: 偶数）の位置に必ずスペクトル

が発生するので、同じ位置にスペクトル配列のくる45°直交スクリーンを第3のスクリーンとする。

【0043】第4の工程Sa4において、図16に示されるように、スクリーン角度が45°スクリーンのスペクトル値から、x軸方向（図16の横軸方向）のスクリーンピッチ P を、下記の数式8および数式9から求める。

【0044】

【数8】

$$\cos \theta - \sin \theta = \frac{63 - 17}{(63^2 + 17^2)^{1/2}} = \frac{46}{65.253352}$$

【数9】

$$P = \frac{\text{単位セルの一边の長さ（画素）}}{\cos \theta - \sin \theta} = \frac{(63^2 + 17^2)}{4 \times 46} = \frac{m}{n} = \frac{2129}{92}$$

このスクリーンピッチPの値から($m \times m$)画素の領域に($2 \times n^2$)個のセルを含む 45° スクリーンの最小繰返し単位を決定する。本実施例では、最小繰返し単位($m \times m$)画素が(2129×2129)画素の大きさで、その中に、(2×92^2)個のセルが含まれる。

【0045】第5の工程Sa5において、 $\pm 15^\circ$ スクリーンの($h \times h$)個のセルで構成される、最小繰返し単位について、その閾値マトリックスを割り付ける。図14の場合は、 $h=4$ 、 $\tan \theta = 17/63$ を採用している。

【0046】第6の工程Sa6において、 45° スクリーンの($2 \times n \times n$)個のセルについて、閾値マトリックスを割り付ける。図16の場合、(2129×2129)画素の領域に16928個のセルが含まれる。

【0047】最後に、第7の工程Sa7において、 $\pm 15^\circ$ スクリーン及び 45° スクリーンの閾値マトリックスをROM(図示せず)へ実装する。

【0048】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明の第1の態様によれば、空間周波数領域で有理正接をもつ角度の傾きをもつ第1の直交スクリーンと、それと周波数軸に対し鏡像の位置にスペクトル配列をもつ第2の直交スクリーンとを重ねた際に発生するスペクトルに着目し、その中の対称軸上に発生する選択されたスペクトルと同じ位置に要素スペクトルを持つスクリーンを第3の直交スクリーンとして設計し、この3種のスクリーンをセットとして重ねた場合の原点近傍に発生するスペクトルの形状から、ロゼットパターンの発生する有理正接を選ぶようにしているので、モアレの発生しない、綺麗なロゼットパターンの発生が得られるスクリーンセットを得ることができる。

【0049】また、本発明の第2の態様によれば、画像領域で、傾き角 θ が 15° に近く、 $\tan \theta$ が有理正接値 p/q に等しい正方格子配列のスペクトル配置をもつ第1の直交スクリーンと、この第1の直交スクリーンの鏡像として作成される傾き角が $-\theta$ の第2の直交スクリーンとを重ねた際に発生するスペクトルに着目し、そのスペクトルと同じスペクトル配列を持つスクリーンを第3の直交スクリーンとして設計しているので、モアレの発生を防ぐことができ、また、ロゼットパターンは有理正接値 p/q の値が依存するので、予め予測可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例によるデジタルスクリーンセットの形成法の設計手順を示すフローチャートである。

【図2】スクリーン線数が $1/d$ 、従ってスクリーンピ

ッチが d 、スクリーン角度が θ の網点画像とユニットエリアとを示す図である。

【図3】図2の網点画像の空間周波数スペクトル分布とその記号を示す図である。

【図4】 $\pm \theta$ のスクリーン角度をもつ2種類の直交スクリーンを重ねた場合に出現するスペクトルを示す図である。

【図5】図4で $\theta = 15^\circ$ の場合の原点の近傍のスペクトルを示す図である。

【図6】図4の $\pm \theta$ のスクリーン角度をもつ2種類の直交スクリーンに、スクリーンピッチが $2 \cdot d / (\cos \theta - \sin \theta)$ の 45° スクリーンを重ねた場合に出現するスペクトル分布を示す図である。

【図7】図6の原点近傍のスペクトルにつけた名称を示す図である。

【図8】 $\tan \theta = 3/11$ の場合の空間周波数領域におけるロゼットパターンを示す図である。

【図9】 $\tan \theta = 4/15$ の場合の空間周波数領域におけるロゼットパターンを示す図である。

【図10】 $\tan \theta = 5/17$ の場合の空間周波数領域におけるロゼットパターンを示す図で、有理正接値の選択が不適当な例を示す図である。

【図11】 $\tan \theta = 3/11$ の場合の実施例で、130ユニットエリアで構成される最小繰返し面積とユニットエリアの配列をもち、スケーリングファクタ $\beta = 5$ の場合には、閾値マトリックスの繰返しが点線で示す26ユニットエリアの繰返しに減少することを示す図である。

【図12】図11のユニットエリア配列の直交スクリーン及び鏡像関係にユニットエリアが配列される直交スクリーンとセットをなす 45° スクリーンのマルチユニット配列を示す図である。

【図13】本発明の第2の実施例によるデジタルスクリーンセットの形成法の設計手順を示すフローチャートである。

【図14】画像領域で、有理正接値 $p/q = 17/63$ 、 4×4 のマルチセルで構成した近似 15° スクリーンの最小繰返し単位を示す図である。

【図15】一辺の長さ($1/\text{セル}$)を単位周波数として $\pm 15^\circ$ スクリーンを重ねた場合に発生する周波数スペクトルを示す図である。

【図16】図15に示すスペクトル位置に周波数スペクトルをもつ 45° スクリーンの構成を示す図である。

【符号の説明】

100 ユニットエリア
101 網点ドット

【図 1】

傾き角が 15° に近い θ の正方格子配列空間周波数スペクトル配列を描く。

S 1

傾き角が -15° に近い、傾き角が 15° の空間周波数スペクトルと周波数軸に対して鏡像関係にある正方格子配列スペクトルを描き両者のコンボリューション画像を描く。

S 2

傾き角 $\alpha = \pm 45^\circ$ の軸が対称軸であり
 $\mu = k (\cos \theta - \sin \theta)$
 $\nu = l (\cos \theta - \sin \theta)$

S 3

但し、 $k+1$: 偶数の位置にスペクトルが発生するので、同じ位置にスペクトル配列のくる 45° 直交スクリーンを第 3 のスクリーンとする。

3 種のスクリーンを重ねて発生する 0 点近傍のスペクトルを求め、空間周波数領域での形状が 2 重リングのロゼット状になる有理正接値例えば $3/11$ を選択する。

S 4

有理正接値 $\pm 3/11$ を有するスペクトルパターンに対応する直交スクリーンを最小繰り返しパターンとして求め、ユニットエリアの面積 $S = 8.37692$ を得る。所望の階調数と上記ユニットエリアの面積 S からスケージングファクタ β を求め、実用サイズのデジタルスクリーンを完成し、閾値マトリックスの形状を確定する。
 β とユニットエリア数との間に公倍数がある場合には、閾値マトリックスに含まれるユニットエリアの数は $130 / \text{公倍数}$ になる。

S 5

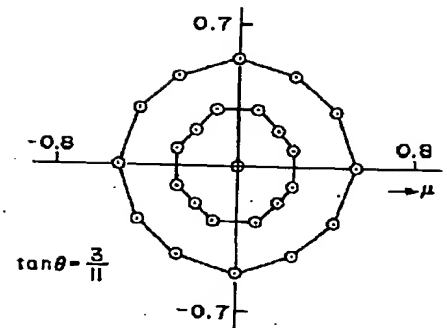
$\tan \theta = \pm 3/11$ にセットとなる 45° 直交スクリーンを求め、ユニットエリアの対角線長 $c = 4.125 \beta$ を得る。対角線長 c が画素の整数倍とならない時は、マルチユニット化により x 方向 y 方向の繰り返しが、画素の整数倍となるようにする。記録のための閾値マトリックスを切り出す。

S 6

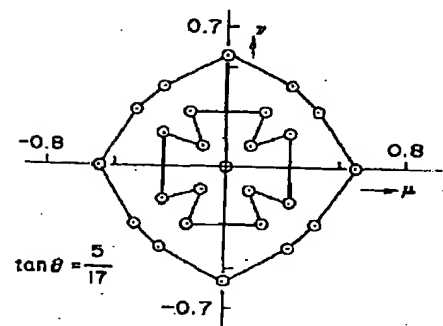
閾値マトリックスを ROM へ実装する。

S 7

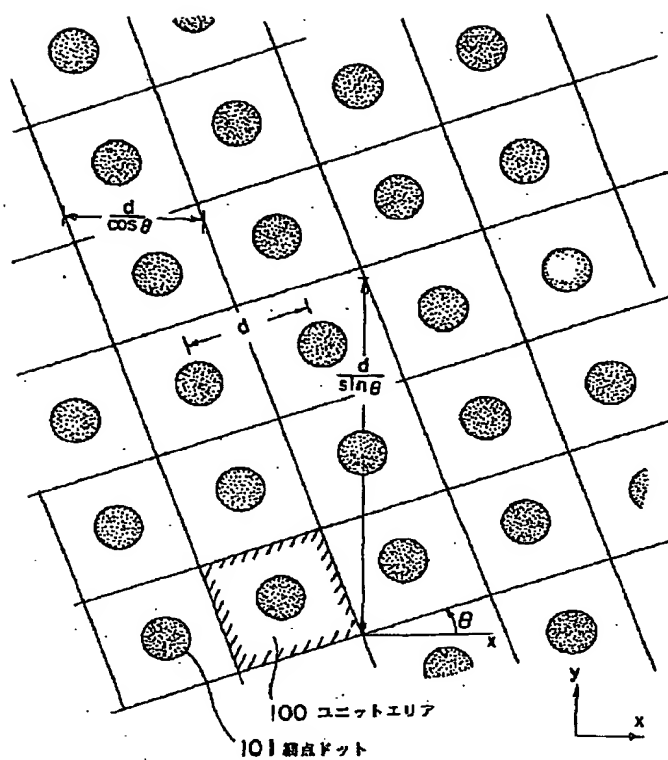
【図 8】



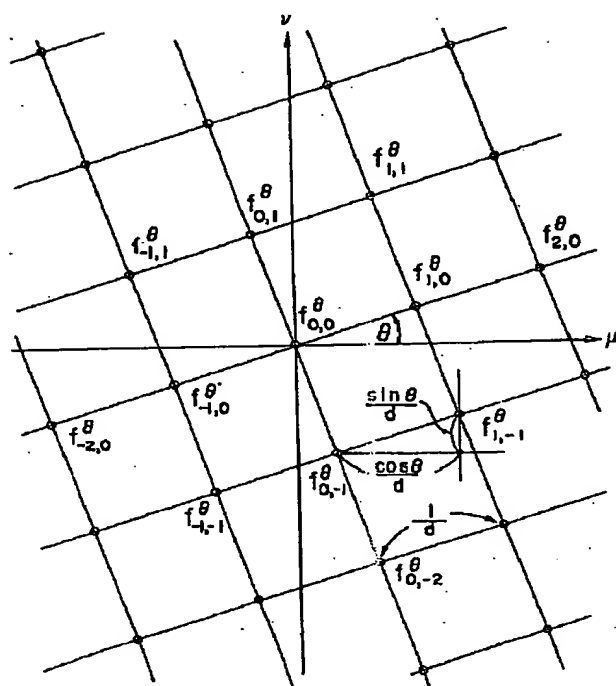
【図 10】



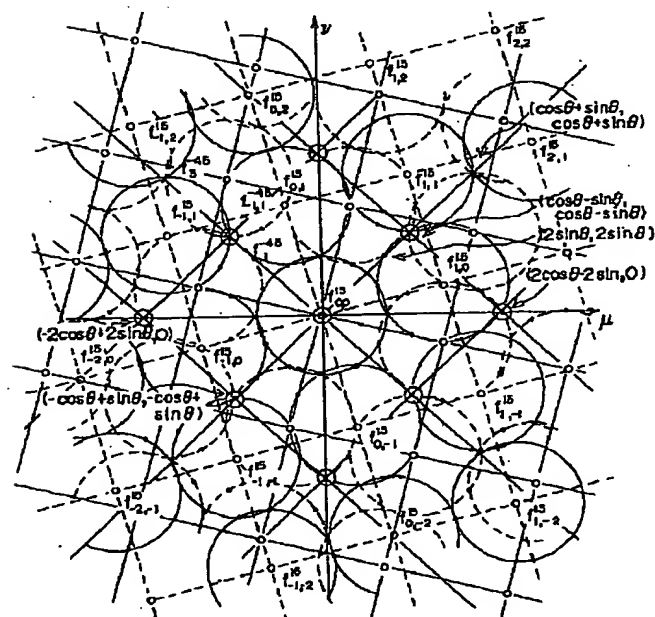
[図2]



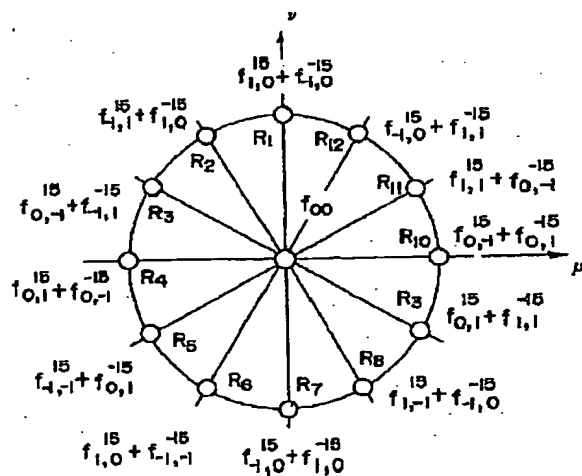
[図3]



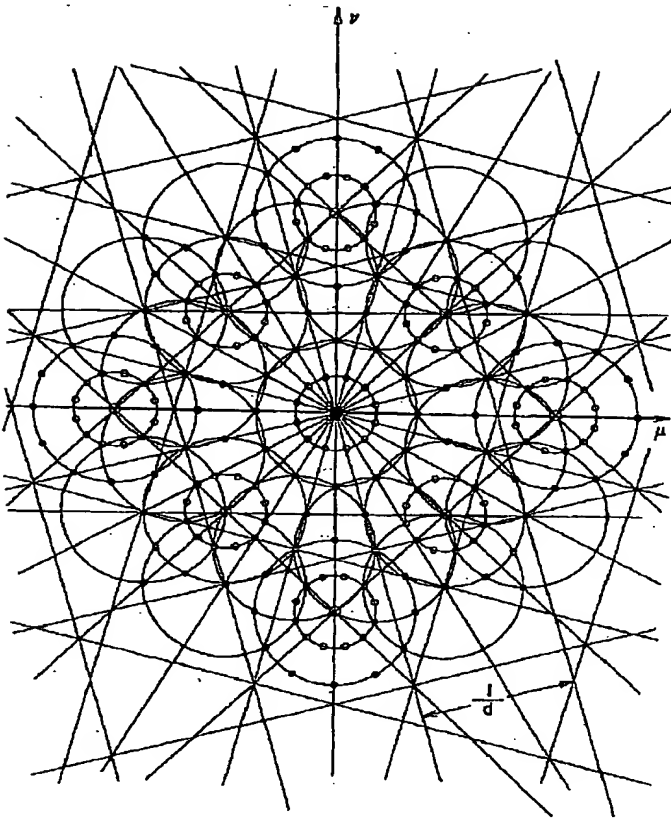
[図4]



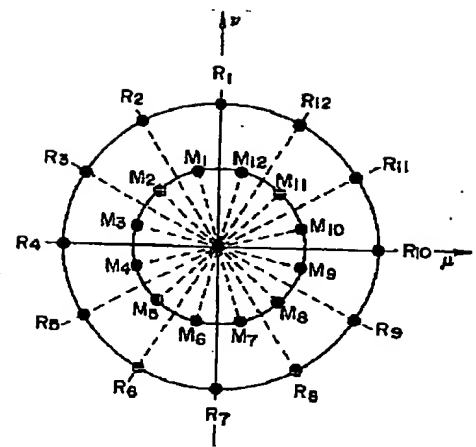
[図5]



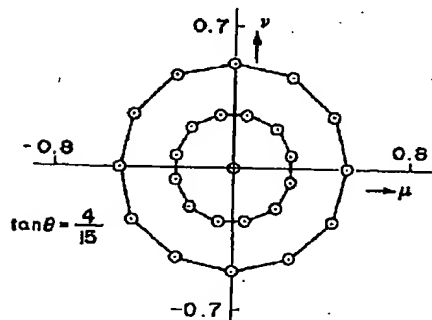
【図 6】



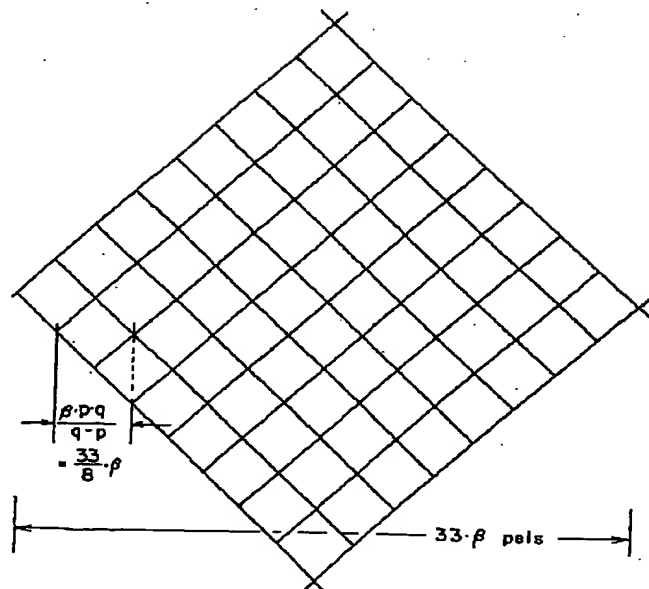
【図 7】



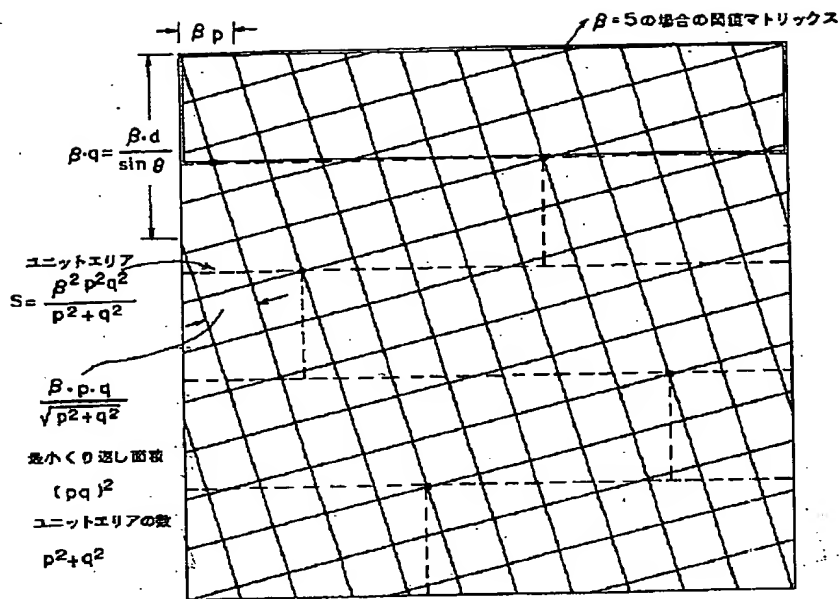
【図 9】



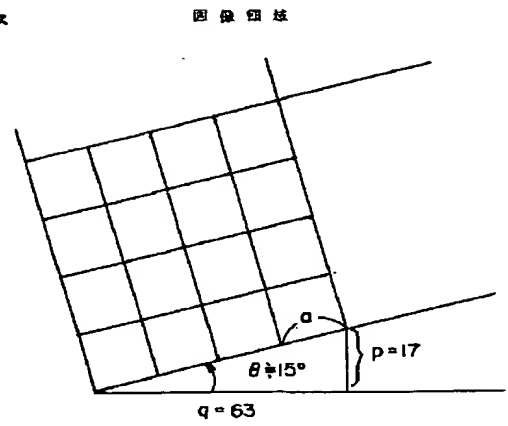
【図 12】



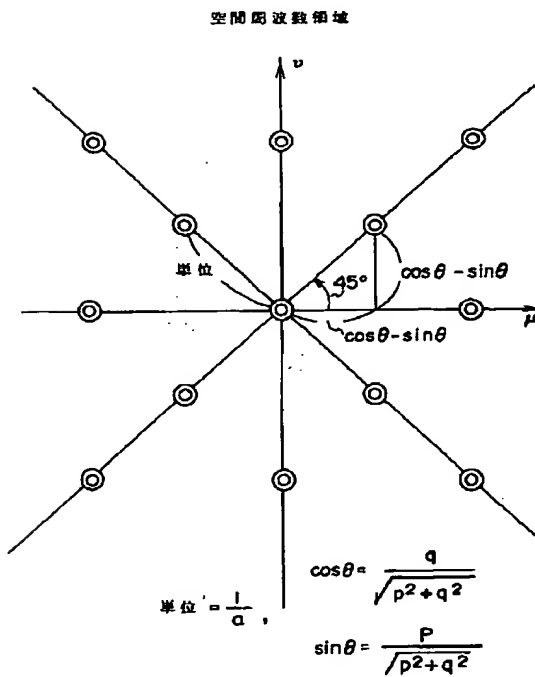
【図11】



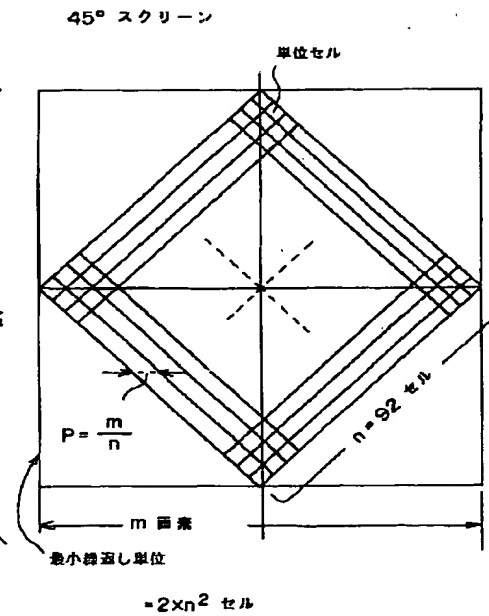
【図14】



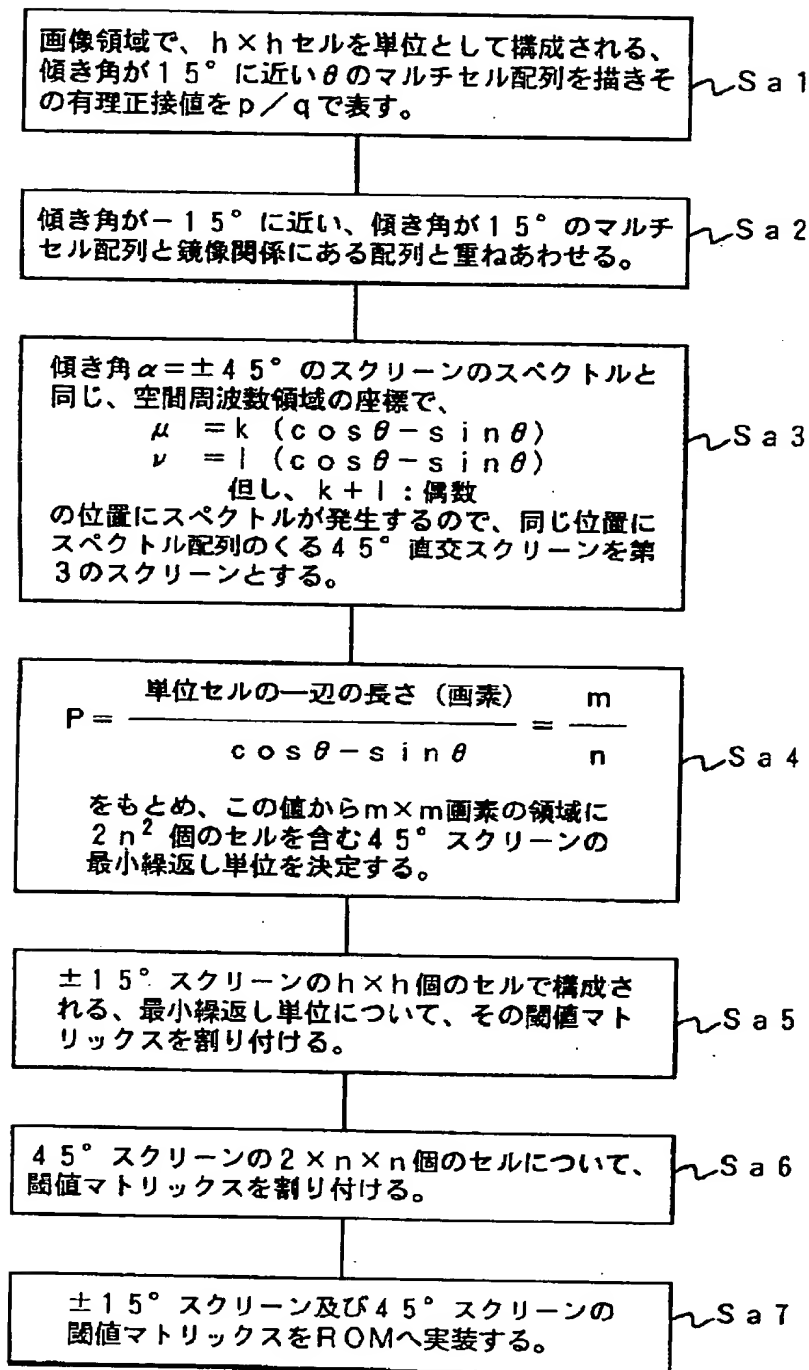
【図15】



【図16】



[図13]



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

H04N 1/405

1/52

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所